



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 902 564 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.03.1999 Patentblatt 1999/11

(51) Int. Cl.⁶: **H04H 1/00**

(21) Anmeldenummer: 98109271.1

(22) Anmeldetag: 22.05.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Witzke, Joachim**
31141 Hildesheim (DE)
• **Bombka, Dieter**
31141 Hildesheim (DE)
• **Groeger, Klaus-Erwin**
31199 Diekhofen (DE)

(30) Priorität: 09.09.1997 DE 19739396

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(54) Verfahren zur Auswertung von digitalen Signalen, insbesondere Radio-Daten-Signalen

(57) Es wird ein Verfahren zur Auswertung von digitalen Signalen, insbesondere von über das Radio-Daten-System übertragenen Radio-Daten-Signalen beschrieben, die in Bitgruppen unterteilt neben einem Rundfunkprogramm auf einer zu einer an einem Rundfunkempfänger aktuell eingestellten Mutterfrequenz alternativen Senderfrequenz übertragen werden, wobei im Sinne einer Unhörbarmachung der Erfassung der über die Alternativfrequenz übertragenen Daten diese nicht in einem kontinuierlichen Strom, sondern abschnittsweise erfaßt werden. Dazu wird die Empfangsfrequenz des Rundfunkempfängers wiederholt vorübergehend von der Mutter- auf die Alternativfrequenz umgeschaltet, während des Verweilens des Empfängers auf der Alternativfrequenz empfangene Bits des digitalen Signals der Alternativfrequenz gelesen und zwischengespeichert und nach einer jeden Datenprobe der Rundfunkempfänger wieder zurück auf die Mutterfrequenz geschaltet. Die wiederholten vorübergehenden Umschaltungen erfolgen dabei in Zeitabständen,

die einem ganzzahligen Vielfachen der Gruppenlänge der Bitgruppen des digitalen Signals zuzüglich der Verweildauer auf der Alternativfrequenz entsprechen, so daß im Rahmen der Datenprobenentnahmen aufeinanderfolgende Bitpositionen des digitalen Signals, allerdings nicht aus der selben Gruppe, sondern aus verschiedenen Gruppen erfaßt werden. Die Weiterverarbeitung der solchermaßen aus unterschiedlichen Gruppen stammenden Datenproben zusammengesetzten Datensignale erfolgt in einem Auswertzyklus derart, daß durch Mittelung über mehrere aus Datenproben zusammengesetzte Bitgruppen eine resultierende Gruppe gebildet wird, wobei solche Informationen, die in unterschiedlichen Gruppentypen jeweils an derselben Position und mit demselben Informationsgehalt übertragen werden und somit Extrema in der resultierenden Bitgruppe ausmachen, einer weiteren Verarbeitung zugeführt werden.

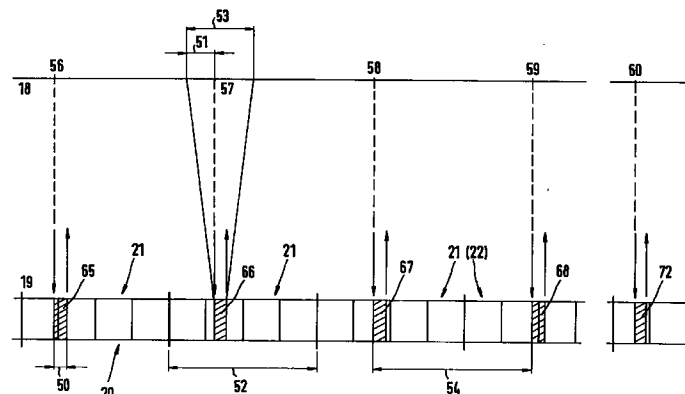


Fig. 3

EP 0 902 564 A1

Beschreibung

Stand der Technik

5 [0001] Die Erfindung geht von einem Verfahren zur Auswertung von digitalen Signalen, die über eine andere als eine an einem Rundfunkempfänger eingestellte Sendefrequenz übertragen werden, nach der Gattung des Hauptanspruchs aus.

[0002] Aus den „Specifications of the Radio Data System (RDS) for VHF/FM Sound Broadcasting“ der European Broadcasting Union vom März 1984 ist es bekannt, neben den Rundfunkprogrammen im Rahmen des Radio-Daten-
 10 Systems, kurz RDS, über die Rundfunk-Sendefrequenzen Informationen in Form digitaler Signale, die in Gruppen, die wiederum in Blöcke unterteilt sind, zusammengefaßt sind, zu übertragen. Teil dieser Informationen sind den Sendefrequenzen bzw. den über die Sendefrequenzen übertragenen Programme zugeordnete Programmkettenkennungen (Programme Identification Code PI), die angeben, welches Programm über die jeweilige Sendefrequenz übertragen wird. Weitere besonders wesentliche Informationen sind eine Programmartkennung (Programme Type Code PTY), die
 15 angibt, welche Art von Programminhalt, z. B. Popmusik, klassische Musik, Sport usw., über das empfangene Programm ausgestrahlt wird und schließlich eine Verkehrsfunkkennung (Traffic Programme TP) die angibt, ob es sich bei dem empfangenen Programm um ein Verkehrsfunkprogramm handelt.

[0003] Gemäß der o. g. Spezifikation ist dabei vorgesehen, daß im Rahmen des Radio-Daten-Systems Gruppen verschiedenster Informationsinhalte in beliebiger Folge über die Sendefrequenzen ausgestrahlt werden können, wobei
 20 jedoch die vorgenannten, als besonders wichtig angesehene Informationen (PI, PTY, TP) allen Gruppentypen gemeinsam sind und in der jeweiligen Gruppe auch eine fest zugeordnete Position einnehmen.

[0004] Aus der DE-A-41 03 061 sind Rundfunkempfänger bekannt, bei denen die Programmkettenkennungen zum Auffinden von empfangswürdigen Sendefrequenzen genutzt werden, über die das gleiche Programm wie über die aktuelle Sendefrequenz übertragen wird. Zur Prüfung solcher alternativer Frequenzen wird die Empfangsfrequenz des
 25 Rundfunkempfängers für die Dauer der Prüfung einer alternativen Frequenz, d. h. zur Prüfung ihrer Empfangsfeldstärke und der ihr zugeordneten Programmkettenkennung PI auf die alternative Sendefrequenz umgeschaltet. Die dabei entstehenden Signalunterbrechungen im Bereich von 20 bis 30 mSek. bzw. 150 bis 300 mSek. machen sich in Form von Knackgeräuschen und durch Informationsverlust bemerkbar. Es wird daher vorgeschlagen, in die Signallücken Ersatzsignale einzusetzen, die aus dem der Unterbrechung unmittelbar vorausgehenden Audiosignalabschnitt durch Zwischenspeichern gewonnen werden, und so die Signalunterbrechungen zu verdecken.

[0005] Zur Vermeidung des mit der Aufzeichnung des der Unterbrechung vorhergehenden Audiosignalabschnitts verbundenen Aufwands und gleichzeitiger unhörbarer Auswertung von neben einem Rundfunkprogramm auf einer anderen als einer aktuell an einem Empfänger eingestellten Sendefrequenz übertragenen digitalen Signalen wird in der nicht vorveröffentlichten Patentanmeldung P 197 01 042.3 der Anmelderin ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem der
 35 Empfänger mittels einer Hochgeschwindigkeits-Phasenregelschleife (PLL) von der ursprünglichen auf eine alternative Frequenz jeweils innerhalb der Dauer eines Bits des über die alternative Frequenz übertragenen digitalen Signals um- und wieder zurückgeschaltet wird. Die während der Dauer des Verweilens des Empfängers auf der alternativen Frequenz empfangenen Bits des digitalen Signals werden in einen Zwischenspeicher eingelesen, so daß bei wiederholter Umschaltung des Empfängers während aufeinanderfolgender Bits des digitalen Signals schließlich im Speicher das
 40 komplette über die alternative Frequenz übertragene digitale Signal zur Auswertung bereitsteht.

Vorteile der Erfindung

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat gegenüber dem aus der DE-A-41 03 061 bekannten Rundfunkempfänger den Vorteil, daß durch die Kürze der Umschaltung von der aktuellen auf die zu prüfende Sendefrequenz, die während der Umschaltung vorgenommene Audiosignalunterbrechung nicht hörbar ist. Außerdem wird der Aufwand zur Aufzeichnung des der Unterbrechung vorhergehenden Audiosignalabschnitts, wie auch schon beim letztgenannten Stand der Technik, eingespart.

[0007] Gegenüber dem letztgenannten Stand der Technik hat das erfindungsgemäße Verfahren den Vorteil, daß die Umschaltung auf die Alternativfrequenz und von dieser wieder zurück auf die Mutterfrequenz weniger zeitkritisch ist und somit die Phasenregelschleife zur Frequenzumschaltung weniger hohe Anforderungen erfüllen muß.

[0008] Von Vorteil ist es weiterhin, die Wiedergabe des Audiosignals während der Umschaltung des Empfängers auf einer Alternativfrequenz zu unterbrechen, um so störende Knackgeräusche, die sich z. B. daraus ergeben können, daß auf der alternativen Frequenz eine andere Modulation übertragen wird, als auf der ursprünglichen Frequenz, vermieden
 55 werden.

Zeichnung

[0009] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert. Es zeigen Figur 1 schematisch den für die Erfindung wesentlichen Teil eines Rundfunkempfängers zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 2 beispielhaft den Aufbau eines mittels des Radio-Daten-Systems übertragenen digitalen Signals, Figur 3 eine schematische Darstellung zur Verdeutlichung des Ablaufs des erfindungsgemäßen Verfahrens, Figur 4a und b beispielhaft eine resultierende Gruppe, die durch Mittelung aus mehreren empfangenen Gruppen gebildet ist und Figur 5a und b den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand des Ablaufplans der in der Steuerung des Rundfunkempfängers implementierten Software.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand eines Rundfunkempfängers zum Empfang von nach dem Radio-Daten-System (RDS) übertragenen Informationen beschrieben, ist jedoch prinzipiell auch auf andere digital übertragene Informationen anwendbar, die in Bit-Gruppen strukturiert übertragen werden.

[0011] Bei dem in Figur 1 dargestellten Rundfunkempfänger zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein an einer Empfangsantenne 1 anstehendes Rundfunksignal an ein Empfangsteil 2 weitergeleitet, das über die zum Empfang und zur Demodulation von Rundfunksignalen erforderlichen Mittel, wie einen Antennensignalverstärker, eine einstellbare Phasenregelschleife (PLL) zur Abstimmung des Empfangsteils 2 auf eine bestimmte Sendefrequenz, ein Zwischenfrequenzteil und einen Demodulator zur Demodulation des empfangenen Rundfunksignals verfügt. Die Phasenregelschleife zur Umschaltung des Empfangsteils von einer ersten auf eine zweite Sendefrequenz wird dabei von einer später näher erläuterten Steuerung 5 angesteuert. Das am Ausgang des Empfangsteils 2 anstehende Stereo-Multiplexsignal, mit dem die empfangene Sendefrequenz moduliert ist, wird zum einen über eine Mute-Schaltung 6 zur Unterbrechung des wiedergegebenen Audio-Signals an eine Wiedergabeeinheit 7 weitergeleitet, die in bekannter Weise über die zur Wiedergabe des in dem Stereo-Multiplexsignal enthaltenen Audiosignals wie Stereo-Decoder, Verstärker und Lautsprecher verfügt. Die von der Steuerung 5 angesteuerte Mute-Schaltung 6 ist im vorliegenden Fall als steuerbarer Schalter ausgelegt, dessen Ausgang mit einem Speicher, im einfachsten Fall einem Kondensator, verbunden ist. Auf diese Weise werden die Koppelkondensatoren der nachfolgenden Stufen bei Unterbrechung des Audiosignals auf dem zuletzt anliegenden Wert gehalten, so daß Knackgeräusche als Folge von Einschwingvorgängen an den Koppelkondensatoren bei Öffnen und Schließen des Schalters wirkungsvoll vermieden werden.

[0012] Alternativ dazu kann die Mute-Schaltung derart ausgebildet sein, daß das Audiosignal im Rahmen einer Unterbrechung nach einer vorgegebenen Zeitfunktion aus- und nach der vorübergehenden Frequenzumschaltung wieder eingeblendet wird. Auf diese Weise ist ebenfalls eine Unterdrückung unangenehmer Knackgeräusche möglich.

[0013] Das Stereo-Multiplexsignal ist weiterhin dem Eingang eines mit der Steuerung 5 verbundenen RDS-Demodulators 3 zur Demodulation des durch das RDS-Signal modulierten 57 kHz-Hilfsträgers des Stereo-Multiplexsignals (MPX) zugeführt. Der Ausgang des RDS-Demodulators 3 steht mit einem Speicher 4 zur Speicherung der Bits des RDS-Signals in Verbindung, der seinerseits wiederum mit der Steuerung 5 verbunden ist. Der Speicher 4 umfaßt dabei eine Zahl n , im vorliegenden Fall $n = 4$ Register mit jeweils 104 Bit Länge, so daß hier insgesamt vier Gruppen des RDS-Signals abgelegt werden können. Außerdem umfaßt der Speicher 4 ein Ergebnisregister zur Aufnahme einer resultierenden Bitgruppe des RDS-Signals, die einer weiteren Auswertung in der Steuerung 5 zuführbar ist.

[0014] In Figur 2 ist beispielhaft ein Ausschnitt aus einem Radio-Daten-(RDS-) Signal 20 dargestellt, das mit einem Rundfunkprogramm über eine Sendefrequenz übertragen wird. Das RDS-Signal 20 setzt sich aus Bit-Gruppen 21, 22, 23, die in der Folge kurz als Gruppen bezeichnet werden, als größter zusammenhängender Einheit zusammen, wobei jede Gruppe eine Länge von 104 Bits aufweist. Jede Gruppe des RDS-Signals ist wiederum in Blöcke 25, 26, 27, 28 zu je 26 Bit unterteilt. Ein jeder Block besteht dabei aus einem die ersten 16 Bits umfassenden, die eigentlichen zu übertragenden Informationen enthaltenden Informationswort und einer Überlagerung 35, 36, 37, 38 eines aus dem Informationswort gebildeten Kontrollwortes und eines die Position des jeweiligen Blocks innerhalb der Gruppe anzeigenden Offsetwortes.

[0015] Gemäß der eingangs erwähnten RDS-Spezifikation ist es vorgesehen, daß mittels des RDS-Signals verschiedenartige Informationen mittels verschiedener Gruppentypen, die in durch das Protokoll nicht festgelegter Reihenfolge gesendet werden, übertragen werden. In Figur 2 sind beispielhaft zwei verschiedene Gruppentypen dargestellt. In der ersten Gruppe 21 des Typs 0A der RDS-Spezifikation werden neben an späterer Stelle diskutierten Informationen im Block C (27) in den mit 43 gekennzeichneten Abschnitten Informationen über alternative Frequenzen (AF) zu der aktuell empfangenen Sendefrequenz und im Block D (28) der Programmname (PS) 44 des über die aktuell empfangene Sendefrequenz übertragenen Programms übertragen. Demgegenüber werden in den Blöcken C und D (27, 28) der

Gruppe 22 vom Typ 2A Radiotext-Daten (RT) 45 übertragen.

[0016] Im Gegensatz zu diesen in Abhängigkeit vom Gruppentyp unterschiedlichen Informationsarten ist es gemäß der RDS-Spezifikation vorgesehen, daß als besonders wichtig angesehene Informationen, wie die Programmkettenkennung (PI), die anzeigt, welches Programm über die aktuell empfangene Sendefrequenz empfangen wird, die Programmart-Kennung (PTY), die anzeigt, welche Programmart über die aktuelle Sendefrequenz übertragen wird und die Verkehrsfunk-Kennung (TP), die anzeigt, ob es sich bei dem aktuell empfangenen Programm um ein Verkehrsnachrichten ausstrahlendes Programm handelt, jeweils an der gleichen Position innerhalb einer jeden Gruppe unabhängig vom Gruppentyp übertragen werden. So nimmt beispielsweise die Programmkettenkennung (PI) 40 im Block A 25 einer jeden Gruppe jeweils die ersten 16 Bits, die Verkehrsfunkkennung (TP) 41 im Block B 26 das sechste Bit und die Programmartkennung (PTY) 42 im Block B 26 die Bitpositionen 7 bis 11 ein.

[0017] Die vorliegende Erfindung macht nun von der Tatsache Gebrauch, daß die besonders wichtigen Informationen, und diese sollen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erfaßt werden, an festen Positionen innerhalb der Gruppen des digitalen Signals, im vorliegenden Fall des RDS-Signals, übertragen werden. Die relevanten Daten einer zu einer aktuell eingestellten Sendefrequenz, im folgenden auch Mutterfrequenz (MF) genannt, alternativen Sendefrequenz (AF) werden nunmehr nicht in einem kontinuierlichen Strom gesammelt. Vielmehr wird die eingestellte Mutterfrequenz (MF) nur für eine sehr kurze Zeit im Bereich weniger mSek. verlassen und eine Alternativfrequenz eingestellt, um die Unterbrechung im Empfang der Mutterfrequenz für einen Zuhörer unhörbar zu machen. Während der kurzfristigen Umschaltung auf die Alternativfrequenz wird eine kurze Bitprobe von dem über die Alternativfrequenz übertragenen Datenstrom 20 entnommen. Anschließend wird die Mutterfrequenz wieder eingestellt und nach einer Intervallzeit erneut eine Datenprobe entnommen. Um die Unterbrechung im Empfang der Mutterfrequenz möglichst unhörbar zu machen, sollte eine Datenprobe nicht mehr als 5 bis 8 Bit umfassen.

[0018] Um nun alle relevanten Daten der Alternativfrequenz zu erfassen, ist es, da eine Synchronisation des Empfängers auf die Rahmen des digitalen Signals der alternativen Frequenz nicht vorausgesetzt werden kann, erforderlich, durch wiederholte Entnahme von Datenproben von der alternativen Frequenz mindestens eine ganze Gruppe von 104 Bit Länge mit einer Gesamtzeit von 87,6 mSek. zu erfassen. Die Datenproben werden dabei so abgestimmt, daß sich jeweils nach p Proben 104 Bit ergeben, also beispielsweise

15 x 6 Bit + 2 x 7 Bit = 104 Bit, mit p = 17 oder
 26 x 4 Bit, mit p = 26 oder
 13 x 8 Bit, mit p = 13.

[0019] Um die Erfassung einer kompletten Gruppe zu gewährleisten, muß die Intervallzeit $T_I = n \times T_G + T_V$ zwischen zwei Datenproben ein ganzzahliges Vielfaches der Gruppendauer $T_G = 87,6$ ms (Millisekunden) betragen. Eine geeignete Wahl der Verweildauer T_V auf der Alternativfrequenz zur Entnahme einer Datenprobe sorgt bei einer fixen Intervallzeit T_I dafür, daß für jede Datenprobe die aufeinanderfolgenden Bit-Positionen innerhalb der angesprungenen Gruppen der Alternativfrequenz erfaßt werden.

[0020] Die aus den p Datenproben zusammengesetzte Gruppe des über die Alternativfrequenz ausgestrahlten digitalen Signals enthält nun Signalabschnitte aus p Gruppen des digitalen Signals, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit einen unterschiedlichen Gruppentyp aufweisen. Der Informationsgehalt der solchermaßen erfaßten Gruppe ist somit gering, eine Gruppen- oder Blocksynchronisation ist damit ebensowenig möglich wie eine Syndromberechnung. Zur Gewinnung aussagekräftiger Informationen wird vorgeschlagen, mehrere Gruppen, also ein ganzzahliges Vielfaches von 104 Bit zu sammeln und durch Mittelung eine resultierende Bit-Gruppe zu bestimmen. Zur Mittelung kommen dabei die Auswertung der Autokorrelation, die Bildung eines gleitenden Mittelwertes oder eine Summation mit anschließender Schwellwertentscheidung in Frage.

[0021] Zwecks Mittelung sammelt man z. B. 4, 6 oder 8 x 104 Bit und verknüpft die aktuell eingelesene Bitfolge mit den Werten der vorhergehenden zu einer resultierenden Bitfolge. Als Ergebnis erhält man unter der Voraussetzung, daß jede Gruppe, aus der eine Datenprobe entnommen wurde, einen anderen Inhalt, also einen anderen Gruppentyp aufweist, in der resultierenden Bitgruppe Extrema nur an den Stellen, an denen für alle Gruppentypen übereinstimmende Informationen, also beispielsweise die Programmkettenkennung in Block A, die Programmartkennung und die Verkehrsfunkkennung an den Bitpositionen 7 bis 11 und 6 des Blocks B, da sich diese Daten dann 4, 6 oder 8 mal wiederholt und aufaddiert haben, im Gegensatz zu anderen Signalabschnitten, die statistisch unterschiedliche Werte haben und somit einen mittleren Wert aufweisen. Gleichzeitig werden infolge der Mittelung über eine Vielzahl von Gruppen evtl. Daten- oder Lesefehler unterdrückt, da diese bei einer Vielzahl von Gruppen statistisch gleichmäßig verteilt sind.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun am Beispiel eines über eine Rundfunk-Sendefrequenz neben einem Rundfunkprogramm übertragenen Radio-Daten-Signals unter Bezugnahme auf Figur 3 näher erläutert.

[0023] Figur 3 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus einem RDS-Signal 20, das über eine Alternativfrequenz 19 übertragen wird. Die Empfangsfrequenz des Empfangsteils wird bzw. ist zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten t_i , die in

der Figur mit den Bezugszeichen 56, 57, 58, 59 und 60 bezeichnet sind, von der Mutterfrequenz 18 auf die Alternativfrequenz 19 umgeschaltet. Ab den Zeitpunkten t_i , die im vorliegenden Beispiel mit den Umschaltzeitpunkten t_i zusammenfallen, werden Datenproben 65, 66, 67, 68 bis 72 aus dem RDS-Signal 20 der Alternativfrequenz 19 entnommen und im Speicher 4 des nach dem erfindungsgemäßen Verfahren funktionierenden Rundfunkempfängers zwischengespeichert.

[0024] Wie Figur 3 zu entnehmen ist, sind im vorliegenden Beispiel die Umschaltzeitpunkte t_i bzw. die Lesezeitpunkte t_i , zu denen eine Datenprobenentnahme auf der Alternativfrequenz 19 beginnt, so gewählt, daß die Datenproben 65 bis 72 aus unmittelbar aufeinanderfolgenden Gruppen des RDS-Signals entnommen sind. Der Abstand zwischen zwei zur Datenprobenentnahme angesprungenen Gruppen beträgt im vorliegenden Fall eins und somit $n=1$. Die Verweildauer T_V , in Figur 3 mit dem Bezugszeichen 50 gekennzeichnet, ist so gewählt, daß im Rahmen einer jeden Datenprobenentnahme $m = 8$ Bits gelesen werden. Somit umfassen die Datenproben 65 bis 72 gemäß Figur 3

65: Bit 25, Block A - Bit 6, Block B; Gruppe 1,
 66: Bit 7, Block B - Bit 15, Block B; Gruppe 2,
 67: Bit 16, Block B - Bit 24, Block B; Gruppe 3,
 ...
 72: Bit 16, Block A - Bit 24, Block A, Gruppe 13.

[0025] Die Intervalldauer T_I , in Figur 3 mit 54 bezeichnet, zwischen dem Beginn zweier aufeinanderfolgender Datenprobenentnahmen (z. B. 58 und 59) entspricht dabei im vorliegenden Fall der Gruppendauer T_G ungefähr gleich $87,6 \text{ ms} = 104 \times T_B$ mit T_B der Dauer eines Bits, zuzüglich der Dauer einer Datenprobenentnahme, also der Verweildauer $T_V = m \times T_B$ auf der alternativen Frequenz. Die Zeitdauer zum Erfassen einer vollständigen Gruppe vom Zeitpunkt 56 einer ersten Datenprobe gerechnet ergibt sich dann zu

$$T_R = (p - 1) \times T_I + T_V \text{ mit } p = T_G/T_V \text{ und } T_I = n \times T_G + T_V$$

[0026] Wie bereits erwähnt reicht die Erfassung einer einzigen kompletten Gruppe des RDS-Signals 20 zur Gewinnung aussagekräftiger Daten nicht aus, da die Datenabschnitte, aus denen diese Gruppe besteht, aus Gruppen verschiedener Typen und somit unterschiedlicher Dateninhalte entnommen sein können. Somit ist es erforderlich eine resultierende Gruppe aus einer Mehrzahl o von Gruppen zu bilden. Die Gesamtdauer T_{ges} , die zum Einlesen von o Gruppen vom Zeitpunkt der ersten Datenprobe an benötigt wird beträgt dann

$$T_{\text{ges}} = o \times ((p - 1) \times T_I + T_V).$$

In dem Beispiel gemäß Figur 3 mit den Parametern $n = 1$, $m = 8$ und $o = 4$ erhält man somit für die Gesamtauswertedauer $T_{\text{ges}} \approx 4,5 - 5 \text{ ms}$.

[0027] Die vorstehenden Formeln gelten dabei selbstverständlich nur für den Fall, daß die Anzahl m der pro Datenprobe gelesenen Bits für alle Datenproben gleich ist, nicht also beispielsweise für das vorerwähnte Beispiel mit $p = 17$, wobei während der ersten 15 Datenproben jeweils 6 und während der letzten beiden Datenproben jeweils 7 Bit gelesen werden.

[0028] Bisher wurde bei der Beschreibung der Figur 3 davon ausgegangen, daß die Umschaltzeitpunkte t_i , zu denen die Empfangsfrequenz des Empfangsteils 2 von der Mutterfrequenz 18 auf die Alternativfrequenz 19 umgeschaltet werden, mit den Zeitpunkten t_i zusammenfallen, zu denen jeweils die Entnahme einer Datenprobe von der alternativen Frequenz beginnt. Diese Annahme wäre jedoch nur mit einer unendlich schnellen Phasenregelschleife (PLL) zu erfüllen, die in der Lage wäre, schlagartig zwischen zwei Empfangsfrequenzen hin- und herzuschalten. In der Realität ist jedoch davon auszugehen, daß die zur Anwendung kommende PLL eine endliche Einschwingzeit bei der Umschaltung von einer ersten auf eine zweite Empfangsfrequenz aufweist. Diese muß bei der Berechnung der Umschaltzeitpunkte t_i derart berücksichtigt werden, daß die PLL zu den Zeitpunkten t_i bereits auf die Alternativfrequenz eingeschwungen ist, und somit das Einlesen einer Datenprobe zum Zeitpunkt t_i pünktlich begonnen werden kann. Somit sind die Umschaltzeitpunkte t_i von der Mutterfrequenz 18 auf die Alternativfrequenz 19 gegenüber den Lesezeitpunkten t_i um mindestens die Einschwingdauer der PLL, die in Figur 3 mit dem Bezugszeichen 51 angegeben ist, vorzulegen. Die Gesamtdauer T_U , in Figur mit dem Bezugszeichen 53 angegeben, der Unterbrechung des Empfangs der Mutterfrequenz ergibt sich dann gemäß Figur 3 zu

$$T_U = 2 \times T_E + T_V, \text{ mit } T_E \text{ der Einschwingdauer der PLL.}$$

[0029] Bei einem ersten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, daß die Frequenzumschaltung von der Mutterfrequenz 18 auf die Alternativfrequenz 19 gegenüber den Zeitpunkten t_i um eine Pauschal angenommene Einschwingdauer T_E vorverlegt wird. Die pauschal angesetzte Einschwingdauer der PLL entspricht dabei der maximalen Einschwingdauer, die sich bei einem Frequenzsprung über einen größtmöglichen Fre-

quenzbereich, also zwischen zwei an den entgegengesetzten Enden des FM-Frequenzbandes liegenden Sendefrequenzen ergibt. Bei Vorverlegung der Umschaltzeitpunkte t_i um diese maximale Einschwingdauer T_E ist die PLL bei kleineren als den maximalen Frequenzsprüngen bereits vor dem entsprechenden Lesezeitpunkt t_i auf die Alternativfrequenz 19 eingeschungen. Um in dieser Situation das Einlesen der Datenprobe zum Zeitpunkt t_i zu gewährleisten, ist es erforderlich, auch das Erreichen der Zeitpunkte t_i zu überwachen.

[0030] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es demgegenüber vorgesehen, daß die Einschwingdauer T_E , die wie bereits angedeutet von der Breite des übersprungenen Frequenzbereichs abhängig ist, aus der Differenz der Werte der Mutter- und der Alternativfrequenz berechnet wird, und die Umschaltzeitpunkte t_i gegenüber den Lesezeitpunkten t_i um diese individuell berechnete Einschwingdauer T_E der PLL vorverlegt werden. Damit wird sichergestellt, daß die PLL rechtzeitig zum Beginn einer Datenprobenerfassung auf die Alternativfrequenz eingeschungen ist und gleichzeitig die Unterbrechung 53 beim Empfang der Mutterfrequenz ihren kleinstmöglichen Wert erreicht.

[0031] In den Figuren 4a, b ist jeweils ein Beispiel für den Inhalt des resultierenden Speicherinhalts bzw. des Ergebnisregisters dargestellt. Der Inhalt des Ergebnisregisters, das wie die Zwischenregister eine Länge von 104 Bit aufweist, ergibt sich im vorliegenden Fall durch Addition der Inhalte der Zwischenregisterinhalte, wobei im vorliegenden Fall der Wert 0, also die Anzahl der auszuwertenden Bitgruppen und damit auch die Anzahl der Zwischenregister im Speicher 4 zu vier gewählt wurde. Bei den folgenden Betrachtungen wird davon ausgegangen, daß der Wert logisch „1“ des digitalen Signals auf den Wert „1“ und der Wert logisch „0“ auf dem Wert „0“ abgebildet wurde.

[0032] Aufgrund der Tatsache, daß verschiedene Gruppen, aus denen Datenproben entnommen wurden, zumindest teilweise unterschiedliche Gruppentypen und damit unterschiedliche Inhalte aufweisen (Figur 4a) ergeben sich Extrema, also Maxima und Minima nur an solchen Stellen im Ergebnisregister, an denen Informationen gespeichert sind, die erstens allen Gruppentypen gemeinsam und zweitens, unabhängig vom Gruppentyp in jeder Gruppe an der gleichen Position übertragen sind. Dies sind wie in Figur 4a dargestellt zum einen der PI 40, der im Block A einer jeden Gruppe übertragen wird und im vorliegenden Fall mit den Datenproben 70 und 71 erfaßt wurde, des weiteren der TP 41 und der PTY 42 als Teil des Blocks B 26, die mit den Datenproben 65 und 66 eingelesen worden sind. Außerdem sind Maxima und Minima im Bereich der Datenproben 72 und 65 in Form der Überlagerung aus Kontroll- und Offsetwort des Blocks A 25 zu erkennen. Diese ergeben sich aufgrund der Tatsache, daß bei für jede Gruppe identischem Inhalt des Blocks A auch das aus dem Informationswort berechnete Kontrollwort von Gruppe zu Gruppe den identischen Wert aufweist und weiterhin der PI in jeder Gruppe in Block A übertragen wird, so daß auch die Überlagerung aus Kontroll- und Offsetwort für den Block A für jede Gruppe den gleichen Wert aufweist. Weiterhin ist in Figur 4a zu erkennen, daß im Bereich der Blöcke B 26 und D 28 Werte auftreten, die um den arithmetischen Mittelwert der Extremwerte schwanken. Dies ergibt sich aus der Tatsache, daß Daten aus verschiedenen Gruppentypen erfaßt wurden und somit von einer statistischen Verteilung der Bitpositionen des Signals, an denen von Gruppe zu Gruppe unterschiedliche Informationen übertragen werden, auszugehen ist.

[0033] In Figur 4 b ist der Inhalt des Ergebnisregisters dargestellt für den Fall, daß sämtliche Datenproben aus Gruppen ein- und desselben Typs entnommen wurden. In diesem Fall sind auch die übrigen Daten der Gruppe, die bei verschiedenartigen Gruppentypen unterschiedliche Informationsinhalte aufweisen, verwertbar. Neben den Extremwerten sind in Figur 4b außerdem Zwischenwerte 80, 81 und 82 dargestellt, die sich beispielsweise durch Fehler bei der Übertragung des digitalen Signals ergeben.

[0034] Die Entscheidung darüber, ob einzelne Bitwerte als Extremwerte oder als Ausreißer vom statistischen Mittel anzusehen sind, ist z. B. durch kombinatorische Betrachtung des jeweiligen Werts und der Häufigkeit von Abweichungen von den Extrema in der Umgebung des betrachteten Werts möglich.

[0035] In den Figuren 5 a und b ist der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens, das beispielsweise in Form von Software in der Steuerung 5 eines erfindungsgemäßen Rundfunkempfängers realisiert ist, dargestellt. Der Ablauf beginnt mit dem Schritt 100. Im Schritt 110 wird der RDS-Demodulator 3 des erfindungsgemäßen Rundfunkempfängers auf das digitale Signal der Alternativfrequenz synchronisiert. Dies geschieht gemäß Figur 5 b dadurch, daß in einem Schritt 112 das Empfangsteil 2 mittels der PLL von der Mutterfrequenz auf die Alternativfrequenz abgestimmt wird, in einem Schritt 113 die Erfassung eines Bitanfangs geprüft wird, nach Erfassung eines Bitanfangs im Schritt 114 der Zeitpunkt des erfaßten Bitanfangs als Basis für die Berechnung der weiteren Umschaltzeitpunkte t_i und der Zeitpunkte t_i für die Entnahme der Datenproben gespeichert und schließlich in einem Schritt 115 das Empfangsteil 2 mittels der PLL von der Alternativfrequenz zurück auf die Mutterfrequenz abgestimmt wird. Im Schritt 120 wird nach Bit-Synchronisierung des RDS-Demodulators neben weiteren Berechnungen die Verweildauer T_V auf der Alternativfrequenz aus den Größen m und p , der nächste Lesezeitpunkt t_i aus der Gruppendauer T_G und den Werten n , m , p , der nächste Umschaltzeitpunkt t_i von der Mutterfrequenz auf die Alternativfrequenz unter Berücksichtigung der Einschwingdauer T_E der PLL berechnet. Nach Erreichen des Umschaltzeitpunktes t_i , der im Block 130 überprüft wird, wird das Empfangsteil 2 des Rundfunkempfängers im Block 140 von der Mutterfrequenz auf die Alternativfrequenz abgestimmt. Im Block 160 wird, sofern, was in Block 150 überprüft wird, der im Block 120 errechnete Lesezeitpunkt t_i erreicht ist, ein Bit gelesen, im Schritt 170 überprüft, ob die Verweildauer T_V auf der Alternativfrequenz bereits verstrichen ist, und, sofern dies nicht

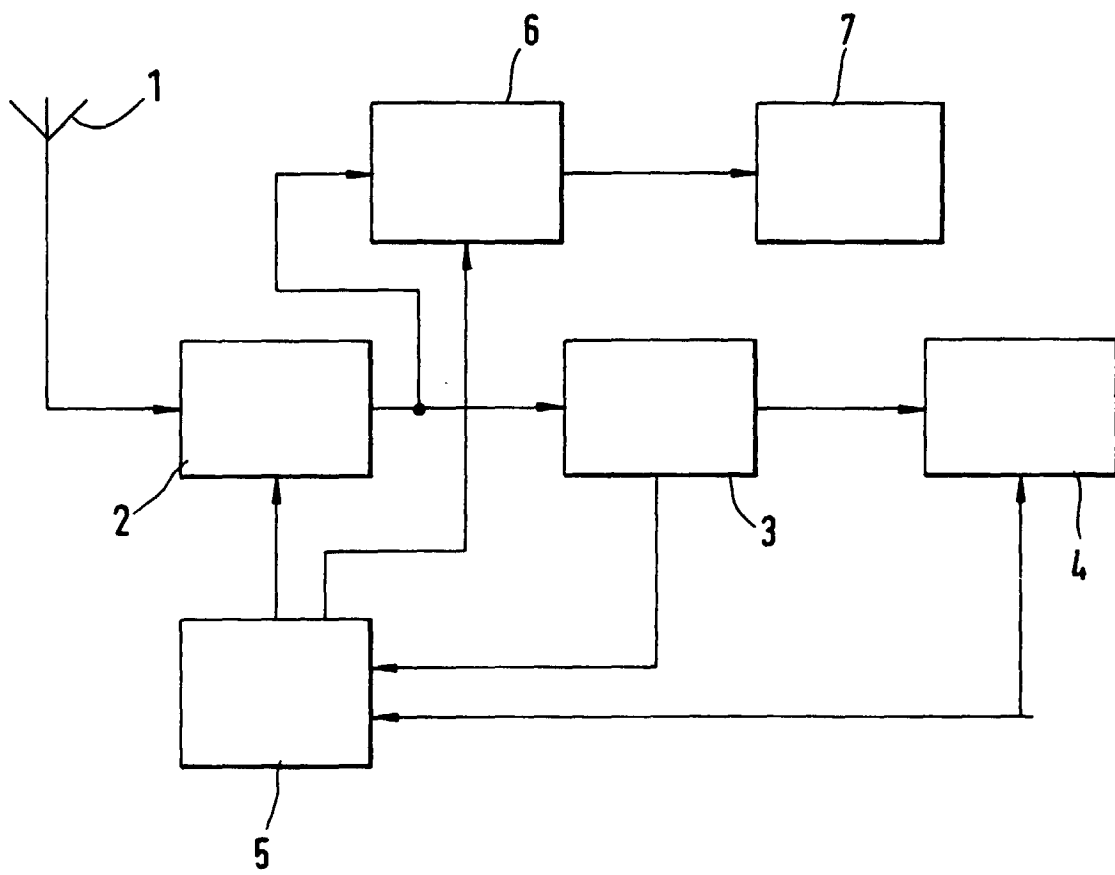
der Fall ist, das nächste Bit des digitalen Signals im Schritt 160 gelesen. Ist gemäß der Überprüfung im Schritt 170 die Verweildauer T_V auf der Alternativfrequenz abgelaufen, d. h. sind sämtliche Bits der aktuellen Datenprobe erfaßt worden, so wird im Schritt 180 das Empfangsteil 2 des Rundfunkempfängers von der Alternativfrequenz wieder auf die Mutterfrequenz zurück abgestimmt. Anschließend wird im Schritt 190 überprüft, ob bereits genügend Datenproben für eine Auswertung zur Verfügung stehen, ob also eine Schranke $o \times m$ erreicht wurde. Ist dies nicht der Fall, wird das Verfahren mit dem Schritt 120, also der Berechnung einer neuen Verweildauer T_V dem nächsten Lesezeitpunkt t_i zur Entnahme der nächsten Datenprobe berechnet. Ist hingegen die vorewähnte Schranke erreicht, sind also alle Zwischenregister des Speichers 4 mit neu erfaßten Daten belegt, so erfolgt im Schritt 200 die Auswertung in der Weise, daß wie im Beispiel der Figuren 4a und 4b die Inhalte der Zwischenregister auf-addiert, der Ergebnisregisterinhalt einem Schwellwertentscheider zugeführt und die dem Schwellwertentscheider als brauchbar entnommenen Daten einer weiteren Verarbeitung, z. B. der PI-Auswertung zugeführt werden. Das Verfahren endet schließlich im Schritt 210.

[0036] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine Auswertung der gelesenen Signalabschnitte auch derart erfolgen, daß die neuen Daten in einem zweiten Register gesammelt, mit dem Inhalt des ersten Registers verknüpft und anschließend das Ergebnis in dasselbe Register zurückgeschrieben wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung von digitalen Signalen (20), insbesondere Radio-Daten-Signalen, die in Bitgruppen (21, 22, 23) vorgegebener Länge (52) neben einem Rundfunkprogramm auf einer anderen (19) als einer aktuell an einem Empfänger eingestellten Sendefrequenz (18) übertragen werden, wobei die Empfangsfrequenz des Empfängers wiederholt vorübergehend von der ursprünglich eingestellten Frequenz (18) auf die andere Frequenz (19) umgeschaltet wird, wobei die während des Verweilens (50) des Empfängers auf der anderen Frequenz (19) empfangenen Bits des über die andere Frequenz (19) übertragenen digitalen Signals (20) gelesen und zwischengespeichert werden, dadurch gekennzeichnet, daß die wiederholten vorübergehenden Umschaltungen (56, 57, 58, 59, 60) in Zeitabständen (54) erfolgen, die einem ganzzahligen Vielfachen der Gruppenlänge (52) zuzüglich der Verweildauer (50) auf der anderen Frequenz (19) entsprechen, und daß die während der vorübergehenden Umschaltungen (56, 57, 58, 59, 60) gelesenen Bits des digitalen Signals (20) in einem Auswertezyklus (200) ausgewertet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorübergehenden Umschaltungen (56, 57, 58, 59, 60) so oft wiederholt werden, bis ein ganzzahliges Vielfaches (o) von Bitgruppen zwischengespeichert ist, und daß die Bits einer zur Auswertung vorgesehenen resultierenden Bitgruppe durch Mittelung der Bits der zwischengespeicherten Bitgruppen gebildet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß nur solche Blöcke der resultierenden Bitgruppe einer Auswertung zugeführt werden, deren Bits aufgrund der Mittelung als mehrfach identisch empfangen und somit zuverlässig identifiziert werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß während der Umschaltung des Empfängers auf die andere Sendefrequenz (19) die Wiedergabe eines empfangenen Programms unterbrochen wird.

Fig.1



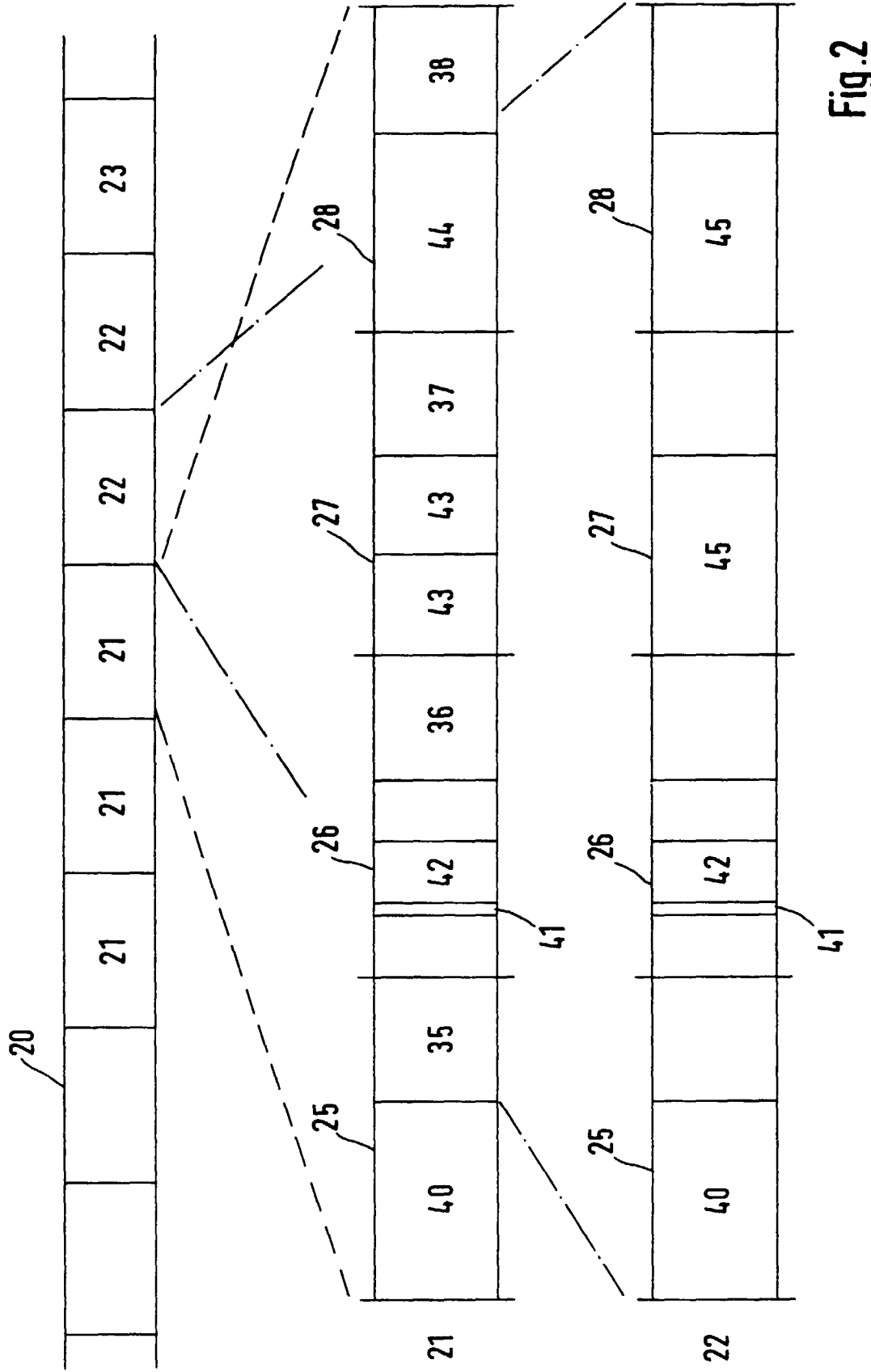


Fig.2

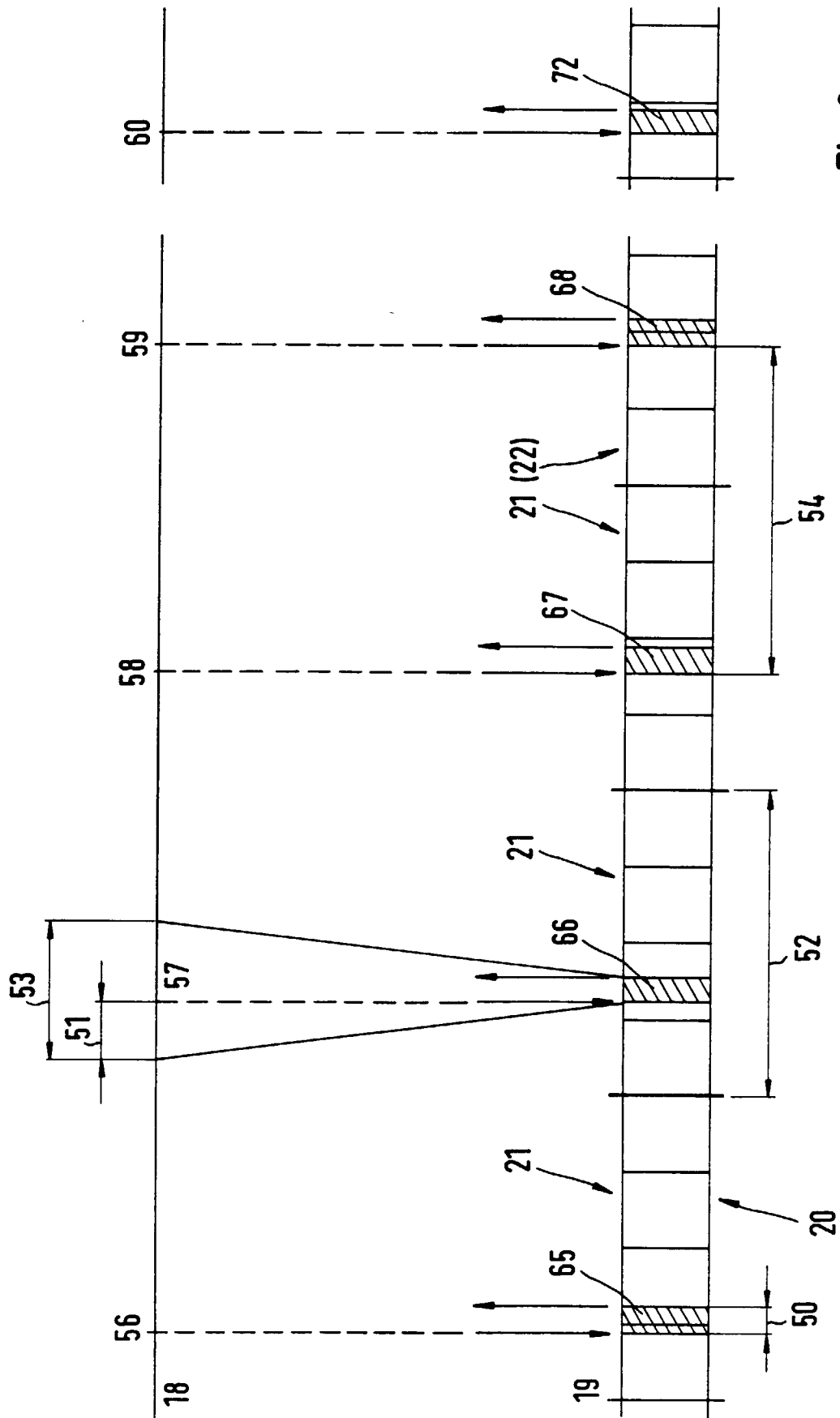
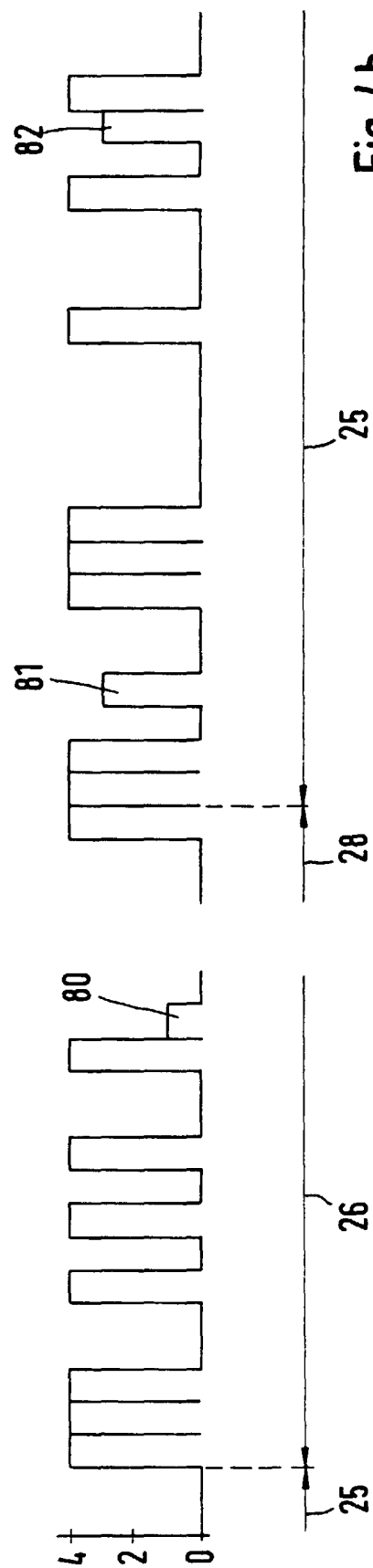
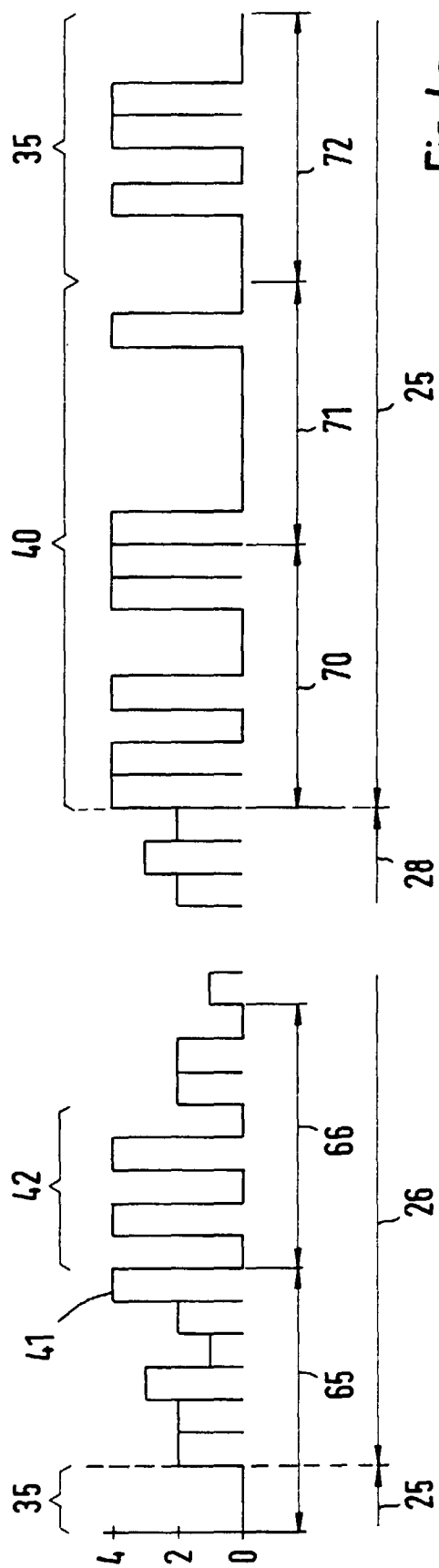
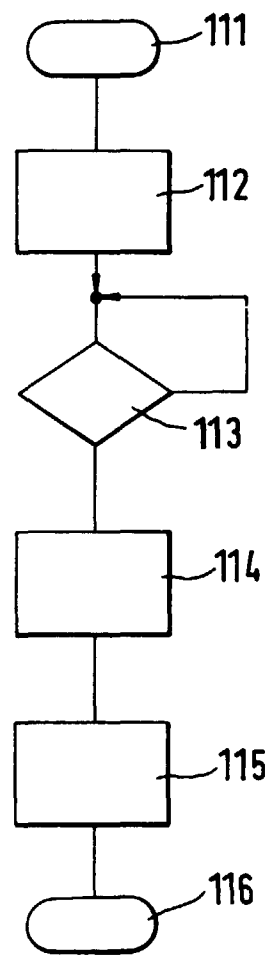
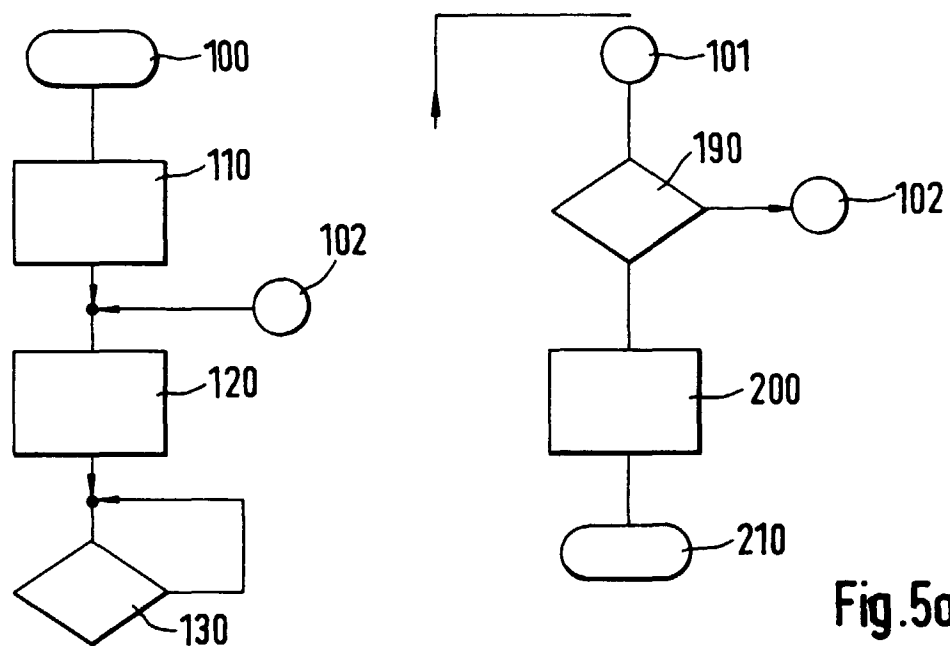


Fig. 3







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 10 9271

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 497 116 A (BLAUPUNKT WERKE GMBH) 5. August 1992 * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 3, Zeile 5 * * Ansprüche 1,3,9 * * Abbildungen 1,4 * ---	1,4	H04H1/00
D,A	DE 41 03 061 A (BLAUPUNKT WERKE GMBH) 6. August 1992 * Zusammenfassung * * Ansprüche 1,5,6 * * Abbildung 1 * ---	1,4	
A	DE 44 41 789 C (BECKER GMBH) 23. November 1995 * Zusammenfassung * * Anspruch 1 * -----	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) H04H
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 4. Dezember 1998	Prüfer Simon, V
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 B2 (P04C03)